

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВОГО СОВМЕЩЕННОГО ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ «ПРЕССОВАНИЕ-ВОЛОЧЕНИЕ» НА ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ

Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Волокитин А.В.
Карагандинский государственный индустриальный университет, Казахстан

В последнее десятилетие в любой отрасли науки и производства конкурентные инновационные решения прямо или косвенно связаны с нанотехнологиями. Поэтому во многих странах мира, в том числе и в Казахстане, приняты национальные программы, предусматривающие интенсивное развитие исследований в области нанотехнологий.

Одним из перспективных направлений в нанотехнологии является разработка технологий, позволяющих получать объемные наноструктурные материалы методами интенсивной пластической деформации.

Одним из перспективных способов получения изделий с субультрамелкозернистой структурой является, разработанный учеными

кафедры «ОМД» РГП «КГИУ» под руководством д.т.н., профессора Найзабекова А.Б., совмещенный процесс «прессование-волочение» (РКУП-В) с использованием равноканальной ступенчатой матрицы и калибрующего инструмента на выходе (рис. 1).

С целью определения влияния нового совмещенного способа деформирования «прессование-волочение» на изменение микроструктуры стали 3 был проведен лабораторный эксперимент на промышленном волочильном стане В – I/550 М. Для этого перед проволокой была закреплена равноканальная ступенчатая матрица с диаметром каналов равном 7 мм и углом стыка каналов матрицы равном 135° (рис. 2). Матрица была расположена в контейнере для смазки.

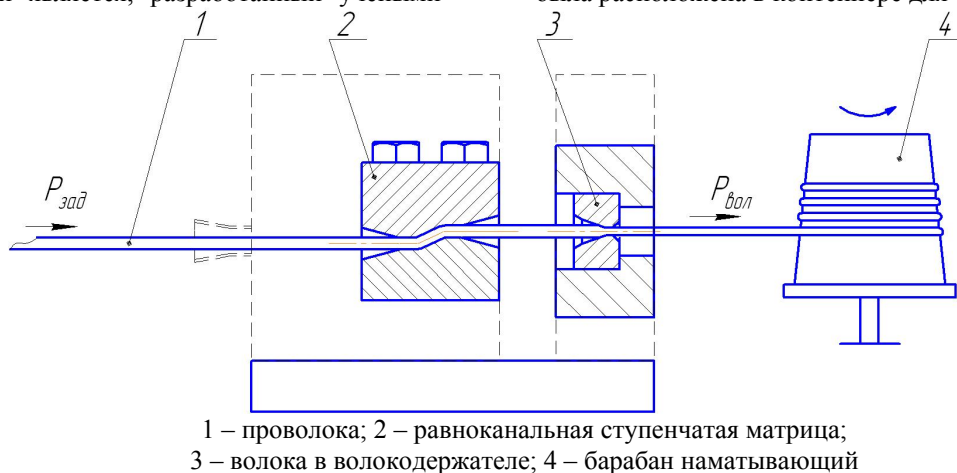


Рис. 1. Схема совмещенного процесса прессование-волочение

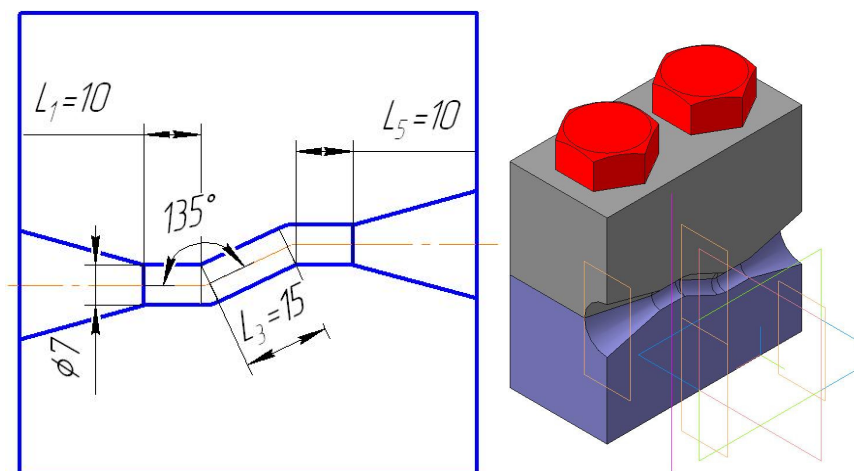


Рис. 2. Равноканальная ступенчатая матрица

Деформирование отожженной проволоки из стали 3 по предлагаемой технологии производилось следующим образом: с бунтодержателя бунт катанки из стали 3 был уложен на фигурок, нижний конец заготовки с помощью острильного станка был заострен. Заостренный конец заготовки протолкнули через равноканальную ступенчатую матрицу и волоку, установленную в волокодержателе и осуществили ее захват заправочными клещами, крюк которых введен в один из пазов на барабане. После набора на барабане 5-7 витков проволоки, стан был остановлен. Начальный диаметр проволоки составлял 7,0 мм. После процесса прессования-волочения диаметр проволоки составил 6,0 мм. Все обжатие было осуществлено только в волоке, после выхода заготовки из равноканальной ступенчатой матрицы диаметр проволоки оставался без изменения и составлял 7,0 мм.

Для выявления преимущества предлагаемой технологии по сравнению с действующей технологией обычного волочения и ранее известной технологией равноканального углового волочения (РКУВ) [1] было проведено дополнительно деформирование отожженной проволоки из стали 3 по каждой технологии. Т.е. осуществляли чистое волочение катанки диаметром 7,0 мм в волоке на диаметр 6,0 мм и равноканальное угловое волочение в равноканальной ступенчатой матрице без изменения исходных размеров проволоки. В качестве смазки во всех трех случаях использовали стружку мыла.

После каждого опыта производили вырезку темплетов для изготовления микрошлифов в поперечном и продольном направлении. Также были подготовлены микрошлифы из отожженной катанки, используемой для волочения.

Для определения величины зерна использовали ГОСТ 5639-82 «Методы выявления и определения величины зерна». При определении балла зерна использовали оптический микроскоп Leica.

Проведя металлографический анализ деформированных образцов можно сделать вывод о том, что холодная деформация при волочении по действующей технологии приводит к образованию ярко выраженной текстурованной структуры. При этом в процессе волочения не все зерна измельчаются и оказываются развернутыми в направлении оси деформации. Как показывает металлографический анализ образцов, в результате неравномерного распределения деформации по поперечному сечению в центральной части продольного сечения проволоки сохраняется зона крупных зерен. Так из рис. 3 б), с) наглядно видно, что при обычном волочении происходит незначительное измельчение зерна в поперечном направлении, в продольном на-

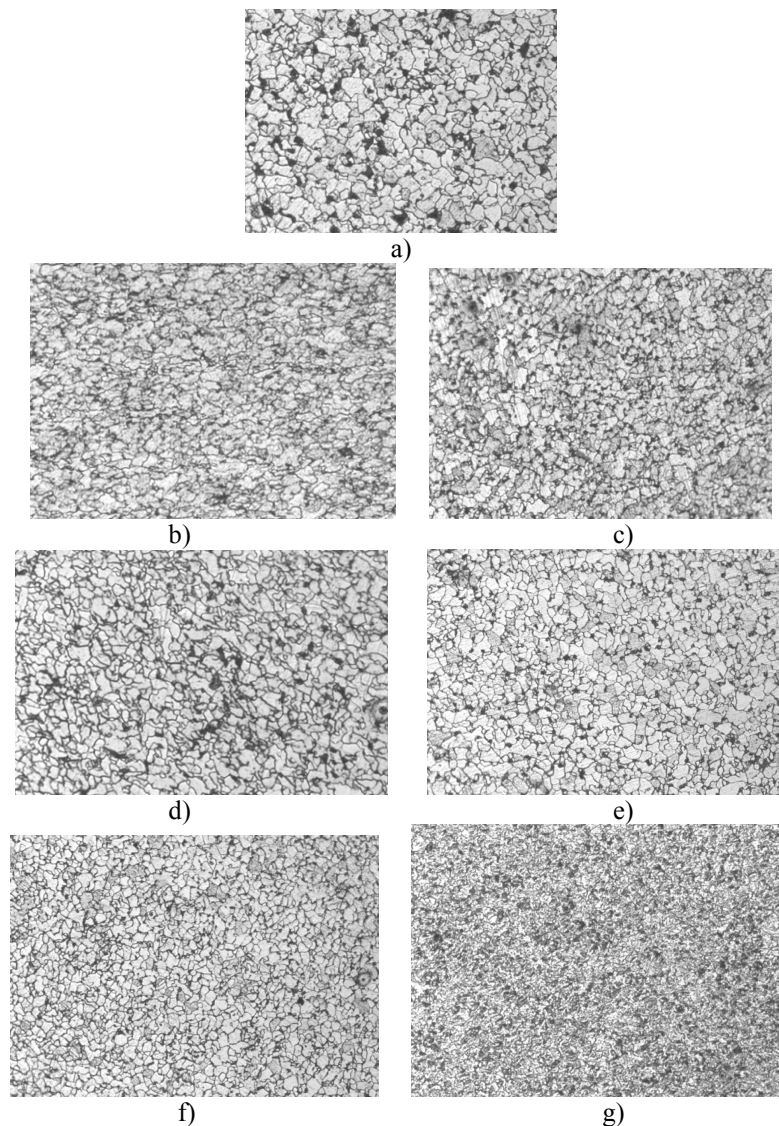
правлении зерна удлиняются и несколько утончаются с образованием видимой аксиальной текстуры.

Также можно отметить, что в продольном направлении деформированных образцов текстура ярко выражена и имеет полосчатый характер. Появление текстуры волочения приводит к анизотропии свойств материала в продольном и поперечном направлениях, что может негативно сказаться на параметрах эксплуатации готового изделия. Чтобы уменьшить проявления аксиальной текстуры деформации необходимо проводить рекристаллизационный отжиг полученной проволоки при грамотно выбранных параметрах термообработки.

В результате металлографического анализа образцов, полученных после РКУВ можно сделать вывод о равномерной проработке структуры, как в продольном, так и в поперечном сечении (рис. 3 д), е)). При этом наблюдается интенсивное измельчение исходной микроструктуры по всему объему. Но недостатком такого метода является оваллизация проволоки [2].

При использовании предлагаемой технологии деформирования, т.е. совмещенного процесса «прессование-волочение», как видно из рис. 3 ф) г), происходит более существенное измельчение исходной микроструктуры с равномерной проработкой ее по всему объему по сравнению с РКУВ. Так же преимуществом данного способа деформирования является и устранение недостатка РКУВ, т.е. оваллизации, хотя и за счет уменьшения исходного диаметра заготовки. Но, как известно из работы [2], при обычном РКУВ наряду с оваллизацией заготовки так же происходит и ее утонение.

На основе проведенных исследований можно сделать вывод, что предлагаемый совмещенный способ деформирования «прессование-волочение» обладает существенным преимуществом по сравнению с ранее известными способами получения металла с субультрамелкозернистой структурой. Данный способ деформирования за счет совмещения двух способов: интенсивной пластической деформации в равноканальной ступенчатой матрице и процесса волочения через волоку, позволяет получать стальную проволоку с субультрамелкозернистой структурой, требуемых размеров и формы поперечного сечения при незначительном количестве циклов деформирования, а так же снимает ограничения по длине исходной заготовки, а следовательно позволяет получать готовые изделия длиной до нескольких десятков метров.



а – исходная структура; б, с – по действующей технологии волочения (продольное направление б), поперечное направление с); д, е – технология РКУВ (продольное направление д), поперечное направление е)); ф, г – по предлагаемой технологии РКУП-В (продольное направление ф), поперечное направление г)).

Рис. 3. Структура проволоки из стали марки Ст.3, $\times 100$

Так же хочется отметить, что данный способ деформирования при внедрении его в производство не требует значительных экономических вложений и может быть внедрен на промышленных предприятиях Республики Казахстан и России по производству проволоки так, как он не требует переоборудования существующих волочильных станов. Так как для реализации данного совмещенного процесса требуется только добавление в конструкцию оборудования специально изготовленной равноканальной ступенчатой матрицы, предназначенной для протягивания через нее материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chakkingal U., Suriadi A., Thomson P., Mater. Sci. and Eng. – 1999. Т. 266. - P. 241.
2. Найзабеков А.Б., Азбанбаев Э.М. Математическое моделирование процесса равноканального углового волочения в ступенчатом инструменте.// Республиканский научный журнал. Технология производства металлов и вторичных материалов. Темиртау, 2011, №1. – С. 178-186.